

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-116235

(43)Date of publication of application : 18.04.2003

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 1/22

H02K 1/24

(21)Application number : 2001-308314

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 04.10.2001

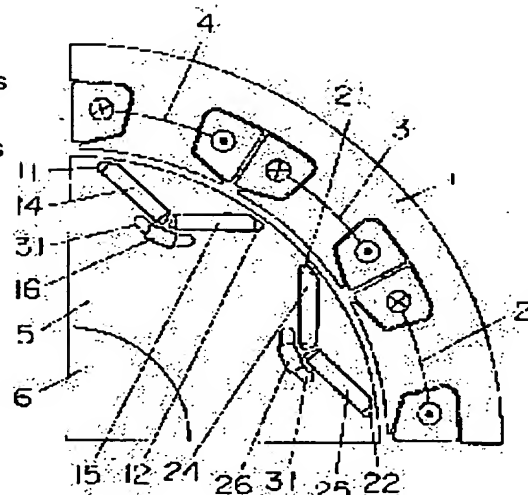
(72)Inventor : TAKEHARA AKIHIDE  
NISHIYAMA NORISADA

(54) MOTOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the number of magnetic fluxes interlinking with a stator winding in a synchronous motor having a structure with permanent magnets embedded in a rotor.

**SOLUTION:** Flux barriers 31 are disposed behind the permanent magnets 14, 15 which are divided and disposed in the rotor to maintain the breaking strength of the rotor and reduce a leaking flux in the rotor, thus increasing the number of magnetic fluxes interlinking with the stator winding. The permanent magnets with the same magnetic poles as the permanent magnet 26 are disposed in the center of the flux barrier 31, thereby achieving similar effects.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-116235  
(P2003-116235A)

(43) 公開日 平成15年4月18日 (2003.4.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 2 K 1/27  
1/22  
1/24

識別記号  
5 0 1

F I  
H 0 2 K 1/27  
1/22  
1/24

テ-マ-ド\* (参考)  
5 0 1 K 5 H 0 0 2  
A 5 H 6 2 2  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-308314 (P2001-308314)  
(22) 出願日 平成13年10月4日 (2001.10.4)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 竹原 明秀  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 西山 典禎  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 100097445  
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

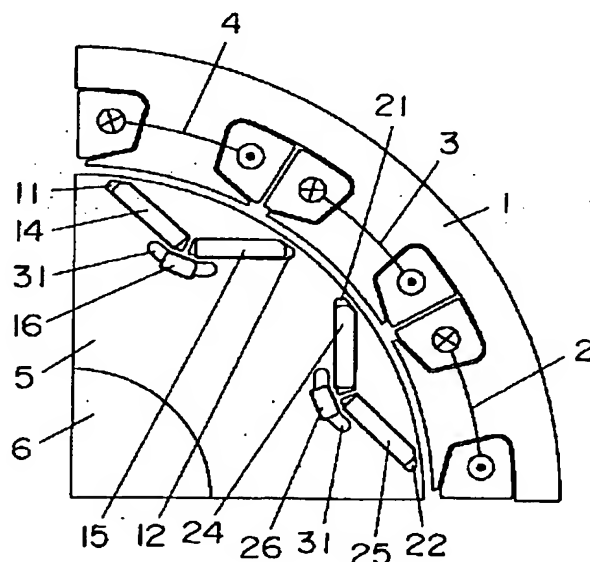
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石を回転子内部に埋め込んだ構造を有する同期電動機において、固定子巻き線へ鎖交する磁束数を増加する。

【解決手段】 回転子内部に分割して配置された永久磁石14、15の背後にフラックスバリア31を配置することで、回転子の破壊強度を保持しつつ回転子内部の漏れ磁束を低減して固定子巻き線へ鎖交する磁束数を増加する。また、前記フラックスバリア31の中心部に前記永久磁石26と同じ磁極の永久磁石を配置することで、同様の効果が得られる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 複数の永久磁石を埋め込む磁石溝を備えた回転子と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石と、複数のスロットを有する固定子と、前記スロットに巻線を施したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機であって、前記回転子の同一磁極内部に設けた磁石溝は周方向に 2 つ以上あり、これらの磁石溝に永久磁石を埋め込むことで、永久磁石を 2 つ以上のセグメントに分割し、前記磁石溝と磁石溝との間にある分割部の背後にフラックスバリアを配置したことを特徴とする電動機。

【請求項 2】 フラックスバリアの中心部にフラックスバリアの前面に配置された 2 つ以上のセグメントに分割された永久磁石と同一磁極である永久磁石を配置したことを特徴とする請求項 1 記載の電動機。

【請求項 3】 フラックスバリアを、端板やバランスウエイトなどと回転子を固定する通し穴として使用することを特徴とする請求項 1 記載の電動機。

【請求項 4】 磁石溝とフラックスバリアは、回転軸から見て逆円弧形状である請求項 1 ～ 2 のいずれか 1 項に記載の電動機。

【請求項 5】 磁石溝とフラックスバリアは、回転軸から見て逆 V の字形形状である請求項 1 ～ 2 のいずれか 1 項に記載の電動機。

【請求項 6】 磁石溝を回転子の半径方向に 2 層以上の多層構造とした請求項 1 ～ 2 のいずれか 1 項に記載の電動機。

【請求項 7】 集中巻によりコイル部を形成した請求項 1 記載の電動機。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 永久磁石を用いて構成される同期回転機に属する。

**【0002】**

【従来の技術】 複数の永久磁石を埋め込む磁石溝を備えた回転子と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石と、複数のスロットを有する固定子と、前記スロットに巻線を施したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機において、より少ない電流で高いトルクを発生させるためには、回転子内部に埋め込まれた永久磁石の発生する磁束を少しでも多く固定子側に配置されたコイルと鎖交させることが必要である。これによりマグネットトルクを有効に利用することが可能である。また、リラクタンストルクを有効に利用するためには永久磁石を回転子内部に埋め込み、回転子外部から見た磁気回路上で磁気抵抗が小さい q 軸側の q 軸インダクタンスと、永久磁石を埋め込む磁石溝及びフラックスバリアにより磁気抵抗が非常に大きい d 軸側の d 軸インダクタンスの差を大きくすることが必要である。その際に特に永久磁石の磁束を有効に固定子側のコ

イルに鎖交させるためには永久磁石及びフラックスバリア端部と回転子外周との距離であるブリッジ幅をできるだけ狭くすることが必要である。そのような設計を行うことで、ブリッジ部をより少ない永久磁石の磁束により磁気飽和させることができ、結果的により多くの永久磁石の磁束を固定子側のコイルに鎖交させることができる。

【0003】 しかし、永久磁石端部及びフラックスバリア端部と回転子外周との距離であるブリッジ幅を狭くする場合には、回転子が回転した場合の遠心力に対する破壊強度を十分に考慮しなければならない。すなわち、ブリッジ幅を狭くするほど回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束を低減でき、より少ない電流で高いトルクを得ることが可能だが、永久磁石及び永久磁石全面の回転子鉄心の重量を支えているブリッジ部にかかる応力も高くなるため、回転子が回転中に破壊する危険性も非常に高くなる。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】 その危険性を克服する手段として次のような解決手法が提案されている。

【0005】 永久磁石を埋め込む磁石溝を同一磁極内で分割して配置することにより、永久磁石及び永久磁石全面の回転子鉄心の重量を回転子表面のブリッジ部以外に同一磁極内に配置されたリブを用いて分散させる方法である。しかし、この場合には永久磁石の磁束がブリッジ部と同一磁極内に配置されたリブとを介して短絡してしまうためにコイルに鎖交する磁束を増加させることは困難である。

【0006】 本発明では、永久磁石端部と回転子外周との距離であるブリッジ幅を狭くすることにより、より少ない電流を用いて高いトルクを発生することが可能な回転子構造を提案する。また、その際に回転子が高回転で回転した場合にも回転子が回転中に破壊する危険性が少ないことを特徴とする。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】 本発明の電動機構造は、複数の永久磁石を埋め込む磁石溝を備えた回転子と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石と、複数のスロットを有する固定子と、前記スロットに巻線を施したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機であって、前記回転子の同一磁極内部に設けた磁石溝は周方向に 2 つ以上あり、これらの磁石溝に永久磁石を埋め込むことで、永久磁石を 2 つ以上のセグメントに分割し、前記磁石溝と磁石溝との間にある分割部の背後にフラックスバリアを配置したことを特徴とする。また、そのフラックスバリアの中心部にフラックスバリアの前面に配置された 2 つ以上のセグメントに分割された永久磁石と同一磁極である永久磁石を配置したことを特徴とする。

**【0008】**

【発明の実施の形態】本発明は複数の永久磁石を埋め込む磁石溝を備えた回転子と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石と、複数のスロットを有する固定子と、前記スロットに巻線を施したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機であって、前記回転子の同一磁極内部に設けた磁石溝は周方向に2つ以上あり、これらの磁石溝に永久磁石を埋め込むことで、永久磁石を2つ以上のセグメントに分割し、前記磁石溝と磁石溝との間にある分割部の背後にフラックスバリアを配置した構造を備える電動機である。

【0009】本発明では図1に示すように、回転子内部に配置された永久磁石が2つ以上のセグメントに分割された構造を有し、その背後に磁束の障壁となるフラックスバリアを配置することを特徴とする。この構造により永久磁石端部と回転子外周との距離であるブリッジ幅を狭くした場合でも、永久磁石及び永久磁石前面部の重量を前記フラックスバリア以外に永久磁石極間のリブ構造部で支えることが可能なため、回転子が高速で回転した場合にも十分な破壊強度を保つことが可能である。

【0010】また、その際に永久磁石極間のリブ構造部で短絡してしまう永久磁石の磁束を背後に配置されたフラックスバリアにより磁気飽和させることで前記リブ構造部において短絡する磁束を低減することが可能である。このため前記ブリッジ部及びリブ構造部を介して回転子内部で短絡してしまう磁束を最小限に低減することが可能であり、より少ない電流で高いトルクを得ることが可能であり、回転子が高速で回転しても破壊強度について十分な強度を保証することが可能となる。

【0011】また、図2に示すように、回転子内部に配置された永久磁石が2つ以上のセグメントに分割されており、その背後に磁束の障壁となるフラックスバリアを配置し、更に前記フラックスバリアの中心部に前記永久磁石と同一磁極の永久磁石を配置する構造を用いても同様の効果が得られる。この構造により永久磁石端部と回転子外周との距離であるブリッジ幅を狭くした場合でも、永久磁石及び永久磁石前面部の重量を前記フラックスバリア以外に永久磁石極間のリブ構造部で支えることが可能なため、回転子が高速で回転した場合にも十分な破壊強度を保つことが可能である。

【0012】また、その際に永久磁石極間のリブ構造部で短絡してしまう永久磁石の磁束を背後に配置された永久磁石により反発させることでリブ構造部による磁束の短絡を防ぐことが可能である。このため前記ブリッジ部及びリブ構造部を介して回転子内部で短絡してしまう磁束を最小限に低減することが可能であり、より少ない電流で高いトルクを得ることが可能であり、回転子が高速で回転しても破壊強度について十分な強度を保証することが可能となる。

【0013】

【実施例】（実施例1）図1に本発明の実施例を示す。

図1は複数の永久磁石埋込溝11～12、21～22を備えた磁極数8の回転子5と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石14～15、24～25と、スロット数12の固定子1と、前記スロットにそれぞれU、V、Wの巻線2～4を順番に配置したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機であって、回転子内部に配置された永久磁石14～15、24～25が各磁極の中心部で2つのセグメントに分割された構造を有し、その背後に磁束の障壁であるフラックスバリア31を設けた電動機の構成を示す。

【0014】この構成により永久磁石14～15、24～25前部の鉄部分の重量を永久磁石14、24の左側、永久磁石15、25の右側であるブリッジ部と、永久磁石14、15の中間部、永久磁石24、25の磁極中間部で支えることができるために、前記ブリッジ幅を従来の永久磁石が複数のセグメントに分割されていない回転子に比べて狭くすることが可能である。その際前記ブリッジ部を通り回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束以外に永久磁石14、15、及び24、25の磁極中間部を通り回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束が発生するが、後者の漏れ磁束は前記永久磁石の背後にフラックスバリア31を設けることで、より少ない磁束により永久磁石14、15、及び24、25の磁極中間部を磁気飽和させることができ、結果的に同じ磁石量を用いて従来の永久磁石が複数のセグメントに分割されていない回転子よりも巻き線に鎖交する磁束量を増加することが可能である。

【0015】なお、本実施例で示したフラックスバリア31は回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束を効果的に磁気飽和させるために永久磁石14、15、及び24、25の磁極中間部に沿って中間部を囲い込むような形状としているが、磁極中間部を磁気飽和させることを目的とした形状で有れば、例えば図3に示すような端板やバランスウエイトなどと回転子を固定することを目的として回転子内部に空けられた通し穴32を兼用することでも同様の効果が得られる。

【0016】（実施例2）図2に本発明の別の実施例を示す。図2は複数の永久磁石埋込溝11～13、21～23を備えた磁極数8の回転子5と、前記磁石溝に埋め込んだ永久磁石14～16、24～26と、スロット数12の固定子1と、前記スロットにそれぞれU、V、Wの巻線2～4を順番に配置したコイル部とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクにより回転駆動する電動機であって、回転子内部に配置された永久磁石14～15、24～25が各磁極の中心部で2つのセグメントに分割された構造を有し、その背後に磁束の障壁であるフラックスバリア31を設け、その背後に分割された永久磁石14～15、24～25と同じ磁極の永久磁石16、26を配置した構造を備える電動機の構成を示す。

【0017】この構成により永久磁石14～15、24～25前部の鉄部分の重量を永久磁石14、24の左側、永久磁石15、25の右側であるブリッジ部と、永久磁石14、15、及び24、25の磁極中間部で支えることができるために、前記ブリッジ幅を従来の永久磁石が複数のセグメントに分割されていない回転子に比べて狭くすることが可能である。

【0018】その際前記ブリッジ部を通り回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束以外に永久磁石14、15、及び24、25の磁極中間部を通り回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束が発生するが、後者の漏れ磁束は前記永久磁石の背後に配置された永久磁石16、26の生じる磁束により反発させることで最小限に抑制することが可能であり、結果的に同じ磁石量を用いて従来の永久磁石が複数のセグメントに分割されていない回転子よりも巻き線に鎖交する磁束量を増加することが可能である。

【0019】なお、本実施例で示す固定子の巻き線方法は前記スロットにそれぞれU、V、Wの巻き線2～4を順番に配置したいわゆる集中巻であるが、これは前記スロットにそれぞれU、V、Wの巻き線2～4を渡らせて配置したいわゆる分布巻でも同様の効果が得られる。

#### 【0020】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、回転子内部に分割して埋め込まれた永久磁石の背後にフラックスバリアを配置することで、回転子の破壊強度を保持しつつ回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束を低減させるものであり、分割せずに埋め込まれた永久磁石により構成された回転子と同じ破壊強度で固定子巻き線に鎖交する磁束を増加することが可能である。

【0021】請求項2記載の発明は、回転子内部に分割して埋め込まれた永久磁石の背後にフラックスバリアを配置し、その中心部に前記永久磁石と同じ磁極の永久磁石を配置することで、回転子の破壊強度を保持しつつ回転子内部で短絡してしまう漏れ磁束を低減させるものであり、分割せずに埋め込まれた永久磁石により構成された回転子と同じ破壊強度で固定子巻き線に鎖交する磁束を増加することが可能である。

【0022】請求項3記載の発明は、請求項1記載のフラックスバリアを端板やバランスウエイトなどと回転子を固定することを目的として回転子内部に空けられた通し穴で兼用するものであり、回転子の構成に必ず必要な前記通し穴を有効に利用することで簡素なロータ形状とすることができコストダウンが図れる。

【0023】請求項4記載の発明は、前記請求項1～2記載の発明を回転子の回転軸から見て逆円弧形状の永久磁石及びフラックスバリアで構成するものであり、前記請求項1～2記載の回転子の磁極に垂直な永久磁石及びフラックスバリアで構成する場合よりもd q軸インダクタンスの差を大きくしてリラクタンストルクを増加させることが可能である。

【0024】請求項5記載の発明は、前記請求項1～2記載の発明を回転子の回転軸から見てVの字形状の永久磁石及びフラックスバリアで構成するものであり、前記請求項1～2記載の回転子の磁極に垂直な永久磁石及びフラックスバリアで構成する場合よりもd q軸インダクタンスの差を大きくしてリラクタンストルクを増加させることが可能である。

【0025】請求項6記載の発明は、前記請求項1～2記載の発明を2層以上の永久磁石及びフラックスバリアを用いて構成するものであり、前記請求項1～2記載の2層で構成された場合よりもd q軸インダクタンスの差を大きくしてリラクタンストルクを増加させることが可能である。

【0026】請求項7記載の発明は、前記請求項1～6記載の発明を集中巻で構成したものであり、分布巻に比べて巻き線の鎖交磁束が少ない集中巻でも分布巻と同等の性能を得ることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の構成を示す同期電動機の断面図

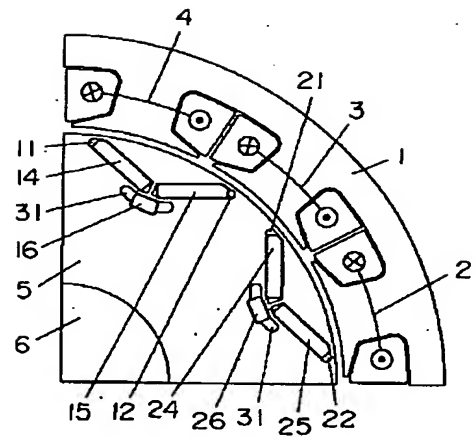
【図2】本発明の第2実施例の構成を示す同期電動機の断面図

【図3】本発明の他の実施例の構成を示す同期電動機の断面図

#### 【符号の説明】

- 1 固定子
- 2 U相巻き線
- 3 V相巻き線
- 4 W相巻き線
- 5 回転子
- 6 回転軸
- 11、12 永久磁石埋込溝
- 14、15 永久磁石
- 31 フラックスバリア
- 32 通し穴

【图 2】



Fターム(参考) 5H002 AA09 AE06 AE08  
5H622 AA03 CA02 CA10 CB03 PP03  
PP10